

22/3,AB/13  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

002318928

WPI Acc No: 1980-C5361C/198012

Light guide for inspection of turbine blades - has fibre-optics with  
rotatable hook for its attachment to blade  
Patent Assignee: UNITED TECHNOLOGIES CORP (UNAC )

Inventor: RAWLINS J J  
Number of Countries: 004 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
BE 879820	A	19800303				198012 B
SE 7909841	A	19800707				198030
GB 2036363	A	19800625				198031
FR 2443697	A	19800808				198039

Priority Applications (No Type Date): US 78966308 A 19781204

Abstract (Basic): BE 879820 A

The light guide has a mechanical attachment for the visual inspection of the blades of gas turbines. The guide consists of two separate bundles of fibre-optics one acting as a light source (12) and the other (70) allowing observation of the illuminated turbine blade.

The guide also houses a cable terminating at the inspecting end in a hook (56) that can be rotated by the viewer. The guide is threaded through the turbine blades allowing them to guide its movement. The hook is rotated such that it attaches to a blade trailing edge while the subsequent set of blades are moved through its field of view.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 443 697**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 79 28408**

---

(54) Procédé et appareil pour inspecter les composants du stator d'une turbine à gaz.

(51) Classification internationale. (Int. Cl 3) G 02 B 23/00; F 01 D 5/28//F 02 C 7/00.

(22) Date de dépôt ..... 13 novembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux Etats-Unis d'Amérique le  
4 décembre 1978, n. 966.308.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 27 du 4-7-1980.

---

(71) Déposant : UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION, résidant aux Etats-Unis d'Amérique.

(72) Invention de : James Joseph Rawlins.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : R. Baudin, 10, rue de la Pépinière, 75008 Paris.

- 1 -

La présente invention concerne un procédé et un appareil pour inspecter les ailettes et aubes d'une turbine à gaz sans désassemblage de la turbine.

Le brevet des E.U.A. 4.078.864 décrit des procédés et appareils pour inspecter des zones inaccessibles de turbines à gaz. L'appareil décrit et le procédé d'inspection fournis exigent des trous d'entrée locaux pour l'inspection d'éléments locaux dans les zones des trous d'accès. Pour autant que les éléments à inspecter peuvent être tournés dans la zone de vision de l'instrument optique, l'appareil et la technique sont satisfaisants. Des composants stationnaires, tels que les aubes du stator, ne peuvent cependant pas être adaptés de cette façon et exigent normalement le désassemblage de la turbine pour l'inspection.

Le désassemblage d'un moteur à turbine pour inspection est un procédé cher empêchant le propriétaire de la turbine de s'en servir pendant une période de temps prolongée. Les fabricants, opérateurs et propriétaires des moteurs à turbine ont donc cherché et continuent à chercher des appareils et techniques pour inspecter les éléments intérieurs sans désassemblage.

Le but de la présente invention est de fournir un procédé et un appareil pour inspecter les ailettes et les aubes d'une turbine à gaz. On cherche des techniques pour inspecter des composants susceptibles d'être endommagées sans désassembler le moteur à turbine et à l'aide de ces techniques il doit être possible de déterminer exactement l'endroit circonférentiel particulier du composant inspecté.

Selon le procédé de l'invention l'extrémité d'observation d'un appareil d'inspection à fibres optiques est introduite à travers le manteau du moteur à turbine et fixée à une ou plusieurs ailettes du rotor de sorte que l'extrémité d'observations de l'appareil est mobile en direction circonférentielle autour de la turbine en réponse à la rotation du rotor de la turbine.

En accord avec l'invention l'extrémité d'observation de l'appareil d'inspection est munie d'un crochet pour attacher l'extrémité d'observation à une des ailettes du rotor et la technique d'inspection comprend les étapes

d'introduire l'extrémité d'observation de l'appareil dans le chemin de flux de la turbine à proximité d'une des ailettes du rotor, d'accrocher l'extrémité d'observation de l'appareil à une des ailettes du rotor selon une orientation  
5 telle que l'extrémité d'observation fait face à au moins une aube du stator à inspecter, d'observer l'aube du stator à l'aide de l'appareil, de déplacer l'ailette de rotor à laquelle est fixée l'extrémité de l'appareil en direction  
10 de l'appareil en alignement optique avec une seconde aube du stator à inspecter et d'observer la seconde aube de stator.

Un facteur primaire de la présente invention est la technique d'avancer l'extrémité d'observation de l'appareil  
15 d'inspection en direction circonférentielle autour du moteur à turbine. L'extrémité d'observation peut être orientée en direction amont pour voir principalement le bord arrière et la surface du côté d'admission de l'aube amont et peut être orientée en direction aval pour voir principalement le bord antérieur et la surface du côté de pres-  
20 sion de l'aube aval. Un trou d'accès à proximité de la zone des composants à inspecter est utilisé. Dans un mode de réalisation un tube de guidage avec des éléments de commande appropriés est capable de diriger la sonde en  
25 direction amont ou aval à partir du trou d'accès.

Un avantage principal du présent procédé est l'habilité d'inspecter des composants d'une turbine à gaz inaccessibles jusqu'à présent sans désassembler la turbine. La période de temps pendant laquelle le moteur à turbine doit être  
30 mis hors de service pour l'inspection est substantiellement réduite. Une détermination exacte de l'endroit circonférentiel d'un composant à inspecter est possible en indexant la position de l'extrémité d'observation au mouvement de l'air du rotor de la turbine ou en comptant le nombre d'aubes  
35 passant devant l'extrémité d'observation de l'appareil quand leur rotor est tourné. Les idées de la présente invention sont particulièrement avantageuses lors de l'inspection d'aubes du stator de moteur à turbine et peuvent être adaptées pour voir les aubes de stator soit en direc-

- 3 -

tion amont ou en direction aval.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation  
5 préféré de l'invention représenté dans les dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 est une projection latérale simplifiée d'un moteur à turbine à gaz comprenant un segment enlevé montrant des parties intérieures de la section de combustion  
10 et de la section turbine;

la figure 2 est une vue agrandie de parties des sections de combustion et de turbine et montrant l'emplacement de l'extrémité d'observation de l'appareil d'inspection à fibres optiques dans la section turbine du moteur à  
15 turbine;

la figure 3 est une vue en coupe prise le long de la ligne 3-3 dans la figure 2;

la figure 4 est une représentation d'un appareil d'inspection construit en accord avec les idées de la  
20 présente invention;

la figure 5 est une vue agrandie de l'extrémité d'observation de l'appareil d'inspection montrant un crochet pour attacher l'extrémité d'observation à une des ailettes du rotor;

25 la figure 6 est une représentation agrandie de l'extrémité d'observation de l'appareil d'inspection montrant un moyen gonflable pour fixer l'extrémité d'observation de l'appareil aux ailettes du rotor.

Un moteur à turbine à gaz du type pour lequel le  
30 procédé et l'appareil de la présente invention sont bien appropriés est représenté dans la figure 1. Le moteur comprend généralement une section compresseur 10, une section de combustion 12 et une section turbine 14. Un manteau 16 du moteur circonscrit celui-ci. Un ou plusieurs rotors  
35 18 s'étendant en direction axiale sont contenus dans le manteau. Une ou plusieurs rangées d'ailettes de rotor, telles que représentées par l'ailette unique 20, s'étendent radialement vers l'extérieur à partir du rotor. Chaque ailette a un bord antérieur<sup>22</sup> et un bord postérieur 24. Une

- 4 -

rangée d'aubes de stator , telles que représentées par l'aube unique 26, est disposée en amont de chaque rangée d'ailettes de rotor. Un engrenage 28 destiné à entraîner des éléments accessoires (non représentés) est relié de façon mécanique à la section compresseur et est entraîné par le rotor par l'intermédiaire de l'arbre 30.

Les composants intérieurs des sections de combustion et de turbine sont représentés à une échelle plus grande dans la figure 2. Un chemin de flux 32 pour le milieu de travail gazeux s'étend axialement à travers le moteur à turbine. Un ou plusieurs trous d'accès 34 passent par le manteau 18 de la section de combustion. Une chambre de combustion 36 à l'intérieur de la section de combustion comprend un revêtement extérieur 38 et un revêtement intérieur 40. Un trou 42 dans le revêtement extérieur est représenté sous le trou d'accès. Pendant le fonctionnement du moteur à turbine le trou 42 sert à faire entrer de l'air de dilution dans le milieu de travail gazeux chaud de la chambre de combustion.

Le trou 42 réalise un accès au chemin de flux du moteur pour l'appareil d'inspection utilisé selon la technique décrite dans la présente description. Une rangée d'aubes de stator du premier étage, telles que représentées par l'aube unique 26A, est disposée à travers le chemin de flux à l'extrémité aval de la chambre de combustion. Une rangée d'ailettes de rotor du premier étage, telles que représentées par l'ailette unique 20A, s'étend à partir du rotor directement en aval des aubes de stator du premier étage. Une rangée d'aubes de stator du second étage, telles que représentées par l'aube unique 26B et une rangée d'ailettes de rotor du second étage, telles que représentées par l'ailette unique 20B, sont disposées immédiatement en aval des ailettes de rotor du premier étage.

Un appareil d'inspection, tel qu'un dispositif d'observation 44 à fibres optiques, pour inspecter les composants intérieurs du moteur à turbine s'étend dans le chemin de flux à travers le trou d'accès et le trou 42 dans le revêtement extérieur 40 de la chambre de combustion. Bien que d'autres points d'entrée dans le chemin de flux puissent

être employés, l'entrée à travers la chambre de combustion s'est montrée efficace avec un minimum de complexité. Le dispositif d'observation comprend un boîtier 46, un câble flexible 48 muni d'une extrémité d'observation 50, un  
5 oculaire 52 et une source de lumière 54. Un moyen de fixation, tel qu'un crochet 56 représenté, est placé à l'extrémité du câble pour fixer l'extrémité du câble à une des ailettes de rotor 20A du premier étage. Un tube de guidage 58 ayant une partie de base 60 et un bras articulé 62  
10 s'étend à travers le trou d'accès 34 et le trou 42 pour diriger l'extrémité du dispositif d'observation vers les composants à inspecter. Le bras articulé est fixé de façon à pouvoir pivoter à la partie de base. Le tube de guidage comprend un moyen, tel qu'un ressort 64 et un fil 66,  
15 pour plier le bras articulé angulairement par rapport à la partie de base.

Tel que représenté dans les figures 4 et 5, le câble flexible 48 comprend un premier chemin à fibres optiques 68 qui conduit vers l'oculaire pour voir le composant à  
20 inspecter. Une lentille d'objectif 70 est disposée dans le chemin 68. Au moins un second chemin à fibres optiques 72, deux chemins à fibres optiques 72 étant représentés, part de la source de lumière 54 pour illuminer le composant à inspecter. Un tube ouvert 74 est placé parallèlement au  
25 chemin optique et s'étend dans le boîtier 46. Un ressort 76 est disposé dans le tube 74 et prend à l'extrémité 78 la forme d'un crochet 56. L'extrémité opposée 80 du ressort s'étend à travers le boîtier. Un dispositif de serrage 82 peut glisser sur le ressort et est adapté pour retenir le  
30 crochet dans une position retirée.

Bien que les dispositifs à fibres optiques ne soient pas une idée spécifique de la présente invention, surtout celui représenté, ils comprennent souvent des moyens pour articuler l'extrémité d'observation du câble flexible.  
35 Dans l'appareil représenté un levier 84 est capable de basculer l'extrémité d'observation et un dispositif de serrage 86 est prévu pour fixer l'extrémité d'observation basculée dans la position ajustée.

La technique d'inspection de la présente invention est

particulièrement avantageuse en ce qu'elle permet l'inspection de composants contenus profondément dans le moteur à turbine sans désassemblage du moteur. Le gain de temps réalisé en faisant cette inspection est substantiel.

5 Par exemple, l'inspection des aubes du second étage, telle que représentée dans les figures 2 et 3, peut être réalisée en quelques heures, tandis que l'inspection des aubes du second étage par désassemblage du moteur peut prendre plusieurs jours.

10 L'accès au chemin de flux du moteur à turbine est obtenu à travers l'un des trous d'accès 34 vers la chambre de combustion. Un tube de guidage est passé à travers le manteau et dans la chambre de combustion. Le tube de guidage employé comprend un bras articulé. Le câble est introduit  
15 dans le tube et dans la chambre de combustion. Le câble peut être introduit avant de basculer le tube ou peut être inséré après avoir basculé le tube dans une position entre des aubes adjacentes. Le câble flexible est ensuite avancé à partir de l'extrémité du tube de guidage à travers le  
20 chemin de flux, l'extrémité d'observation du câble étant dirigée vers l'arrière. L'extrémité d'observation du dispositif est ensuite passée entre une paire d'ailettes adjacentes du premier étage et est fixée à une ou plusieurs des ailettes dans une orientation permettant à l'extrémité  
25 d'observation du dispositif de se trouver en face du stator du second étage. Le rotor est ensuite tourné pour aligner l'extrémité d'observation du dispositif avec une des aubes du second étage à inspecter. L'aube qui se trouve en alignement optique est examinée quant aux endommagements  
30 détériorations de sa structure. Le rotor est ensuite avancé pour apporter l'extrémité d'observation du dispositif en alignement optique avec une seconde aube du second étage du stator et la seconde aube est examinée quant aux endommagements et détériorations de sa structure.  
35 La étapes de rotation et d'observation sont répétées jusqu'à ce que toutes les aubes aient été inspectées.

Des essais avec la technique décrite ci-dessus ont montré que l'insertion et la rotation de l'extrémité d'observation de la sonde à partir de deux endroits



- 7 -

circonférentiels autour du chemin de flux est désirable. Les deux endroits sont de préférence positionnés approximativement à  $180^{\circ}$  l'un de l'autre de sorte à limiter la résistance intérieure rencontrée en tirant le câble autour  
5 du moteur à turbine. En accord avec cette technique, l'extrémité d'observation est introduite à un endroit et est tournée de  $180^{\circ}$  avec le rotor du moteur de sorte à observer toutes les aubes dans ce secteur arqué. L'extrémité d'observation est ensuite retirée du moteur et  
10 réintroduit à un endroit espacé d'environ  $180^{\circ}$  du premier endroit d'insertion. Les étapes de rotation et d'observation sont répétées.

Le rotor 18 du moteur à turbine représenté est couplé de façon mécanique à l'engrenage 28 par l'intermédiaire  
15 de l'arbre 30. Des arbres supplémentaires non représentés s'étendent radialement vers l'intérieur du rotor dans la section de compression. Les mécaniciens en turbine à gaz reconnaîtront que le rotor 18 peut être tourné en entraînant de l'extérieur les composants de l'engrenage.  
20 La position du rotor peut être indexée à ces composants pour déterminer exactement l'aube précise inspectée. Alternativement la position circonférentielle dans le chemin de flux peut être déterminée en comptant le nombre d'aubes passant devant l'extrémité d'observation 50 du  
25 dispositif quand celle-ci est tournée par rapport aux aubes.

Une technique alternative pour fixer l'extrémité d'observation du dispositif à fibres optiques aux ailettes du rotor, est représentée dans la figure 6. Un moyen gonflable, tel qu'un soufflet 88, circonscrit l'extrémité  
30 d'observation du dispositif à fibres optiques. Un tube 90 s'étend à partir du soufflet à travers le câble flexible pour fournir un conduit pour gonfler le soufflet.

Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art au mode de réalisation qui  
35 vient d'être décrit uniquement à titre d'exemple non limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour observer les aubes de stator d'un moteur à turbine à gaz du type comprenant des ailettes de rotor disposées adjacent aux aubes à inspecter, caractérisé par  
5 les étapes d'introduire l'extrémité d'observation d'un dispositif à fibres optiques dans le chemin de flux du moteur à proximité d'une des ailettes du rotor; de fixer l'extrémité d'observation du dispositif à fibres optiques à ladite ailette dans une orientation telle que l'extrémité  
10 d'observation fait face à au moins une des aubes de stator à inspecter, d'inspecter ladite aube à travers l'appareil à fibres optiques, de déplacer ladite ailette à laquelle l'extrémité d'observation du dispositif à fibres optiques est fixée en direction circonférentielle pour apporter  
15 l'extrémité d'observation du dispositif en alignement optique avec une seconde aube des aubes de stator à inspecter et d'inspecter ladite seconde aube de stator à travers l'appareil à fibres optiques.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce  
20 que les étapes de déplacer l'ailette de rotor à laquelle l'extrémité d'observation est fixée et d'inspecter les aubes de stator sont répétées jusqu'à ce que toutes les aubes de stator aient été apportées dans le champ de vision du dispositif à fibres optiques.
- 25 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de fixer l'extrémité d'observation du dispositif à fibres optiques comprend l'étape d'accrocher l'extrémité d'observation du dispositif à ladite ailette.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce  
30 que l'ailette de rotor à laquelle le dispositif à fibres optiques est fixé se trouve en amont des aubes de stator à inspecter et en ce que l'étape d'accrocher l'extrémité d'observation du dispositif d'inspection à ladite ailette comprend l'étape d'accrocher ladite extrémité d'observation  
35 dudit dispositif à l'extrémité aval de ladite ailette.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendication 1 à 4, caractérisé en ce que l'étape d'introduire l'extrémité d'observation d'un dispositif à fibres optiques dans le chemin du flux du moteur comprend les étapes d'introduire

un tube de guidage à travers le manteau du moteur et dans le chemin de flux de celui-ci et de passer l'extrémité de guidage du dispositif à fibres optiques à travers ledit tube.

- 5 6. Appareil pour inspecter des composants stationnaires intérieurs d'un moteur à turbine à gaz comprenant des composants de moteur rotatifs à proximité de composants stationnaires à inspecter, caractérisé par un dispositif d'observation comprenant un oculaire, une source de lumière
- 10 et un câble flexible ayant une extrémité d'observation destinée à être placée à proximité du composant à inspecter, et dans le câble par un premier chemin de fibres optiques menant de l'extrémité d'observation du câble vers un oculaire pour observer le composant à inspecter, au moins un
- 15 second chemin à fibres optiques menant de la source de lumière vers l'extrémité d'observation de câble pour illuminer le composant à inspecter et un moyen pour fixer l'extrémité d'observation dudit câble à un composant rotatif du moteur.
- 20 7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé par un tube allongé à travers lequel le câble d'observation peut être introduit pour guider le câble vers le composant à inspecter.
8. Appareil selon la revendication 6 ou 7, caractérisé
- 25 en ce que ledit moyen pour fixer l'extrémité d'observation du câble au composant rotatif est un crochet à l'extrémité du câble.



" original "

2443697

Planche II/III

FIG. 3



